

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 481 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
24.09.1997 Patentblatt 1997/39

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F02B 37/013, F02B 47/08,  
F02M 25/07

(43) Veröffentlichungstag A2:  
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(21) Anmeldenummer: 95114998.8

(22) Anmeldetag: 23.09.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR IT NL SE

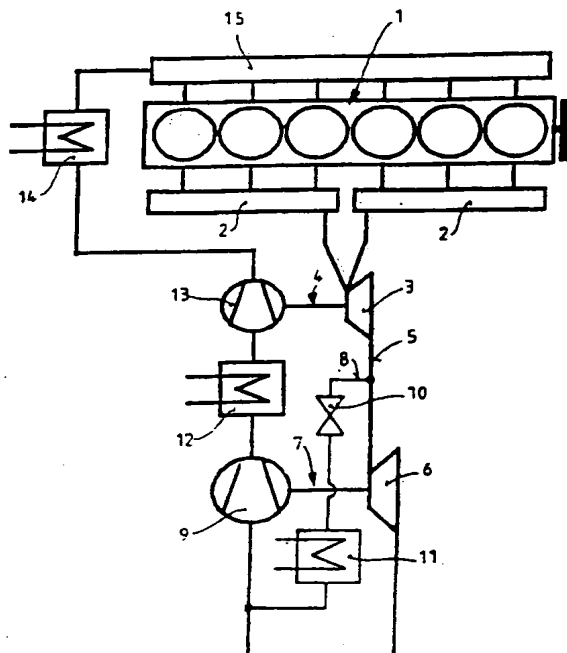
(71) Anmelder: MAN NUTZFAHRZEUGE AG  
80995 München (DE)

(30) Priorität: 24.12.1994 DE 4446730

(72) Erfinder: Weiss, Joachim, Dr.  
D-90522 Oberasbach (DE)

## (54) Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung. Zur Verbesserung der Abgaswerte, insbes. zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Werte im Teillastbereich ist es bekannt, einen Teil des Abgases zurückzuführen, um durch eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes die NO<sub>x</sub>-Bildung zu unterdrücken. Bei aufgeladenen Motoren führt eine unmittelbare Rückführung des Abgases zu einer spürbaren Leistungseinbuße bei der Abgasturbine. Noch stärker ist diese Einbuße bei einer zweistufigen Aufladung. Um eine derartige Leistungseinbuße, verbunden mit Brennstoffmehrverbrauch, zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das rückzuführende Abgas zwischen der Hoch- und der Niederdruckturbine (3,6) zu entnehmen und es dem Eintritt des zur Niederdruckturbine (6) gehörenden Niederdruckverdichters (9) zuzuführen. Die Abgasrückführung wird somit mit einem Minimum an Brennstoffmehrverbrauch bewerkstelligt.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 11 4998

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE 41 20 055 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 9. Januar 1992 * Spalte 4, Zeile 39 - Zeile 58 * * Spalte 12, Zeile 14 - Zeile 36; Abbildung 1 *	1	F02B37/013 F02B47/08 F02M25/07
A	US 4 350 013 A (YOSHIBA YASUTAKA) 21. September 1982 * Spalte 1, Zeile 14 - Spalte 2, Zeile 10; Abbildung 1 *	1	
A	DE 42 31 218 C (MERCEDES-BENZ AG) 2. September 1993 * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 2, Zeile 28; Abbildungen 1,2 *	1,2	
D,A	DE 23 26 206 A (DAIMLER BENZ AG) 12. Dezember 1974 * Seite 3, Zeile 4 - Zeile 34; Abbildung *	1	
P,A	DE 44 16 572 C (DAIMLER BENZ AG) 27. April 1995 * Spalte 2, Zeile 28 - Zeile 64; Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)  F02B F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Juli 1997	Prüfer Hakhverdi, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.82 (P04 C03)

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 481 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F02B 37/013, F02B 47/08,  
F02M 25/07

(21) Anmeldenummer: 95114998.8

(22) Anmeldetag: 23.09.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR IT NL SE

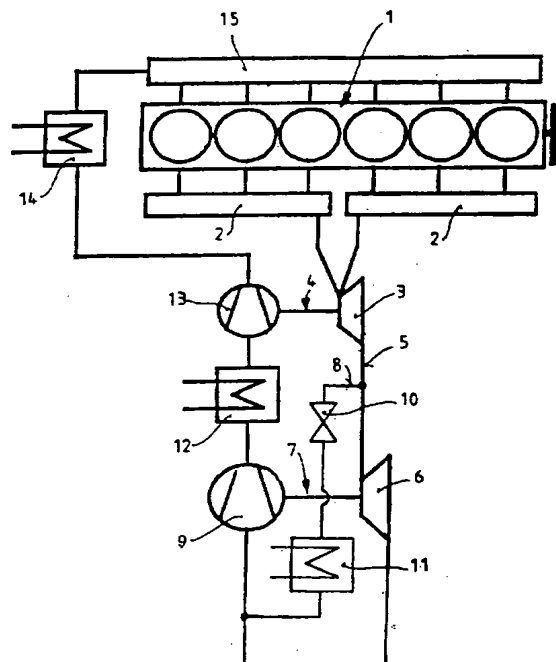
(71) Anmelder: MAN NUTZFAHRZEUGE AG  
80995 München (DE)

(30) Priorität: 24.12.1994 DE 4446730

(72) Erfinder: Weiss, Joachim, Dr.  
D-90522 Oberasbach (DE)

(54) **Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung. Zur Verbesserung der Abgaswerte, insbes. zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Werte im Teillastbereich ist es bekannt, einen Teil des Abgases zurückzuführen, um durch eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes die NO<sub>x</sub>-Bildung zu unterdrücken. Bei aufgeladenen Motoren führt eine unmittelbare Rückführung des Abgases zu einer spürbaren Leistungseinbuße bei der Abgasturbine. Noch stärker ist diese Einbuße bei einer zweistufigen Aufladung. Um eine derartige Leistungseinbuße, verbunden mit Brennstoffmehrverbrauch, zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das rückzuführende Abgas zwischen der Hoch- und der Niederdruckturbine zu entnehmen und es dem Eintritt des zur Niederdruckturbine gehörenden Niederdruckverdichters zuzuführen. Die Abgasrückführung wird somit mit einem Minimum an Brennstoffmehrverbrauch bewerkstelligt.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus DE- 23 26 206 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit Aufladung bekannt, bei der Abgas wahlweise vor oder hinter der Turbine des Abgasturboladers entnommen und der Saugseite des zugehörigen Verdichters zugeführt werden kann. Die verdichtete Ladeluft, bzw. das verdichtete Abgas- Luftgemisch wird über einen Ladeluftkühler der Brennkraftmaschine zugeführt. Die Menge des rückgeführten Abgases kann durch ein Regelventil gesteuert werden. Im Zuge der derzeitigen und noch zu erwartenden Absenkungen der Emissionsgrenzwerte für Brennkraftmaschinen geraten die bei der einstufigen Aufladung verwendeten Abgasturbolader zunehmend in den Grenzbereich ihrer Leistungsfähigkeit und Dauerhaltbarkeit. Dabei ist auch der Zielkonflikt zwischen geringen Stickoxidemissionen und gleichzeitig niedrigem Kraftstoffverbrauch immer schwieriger zu beherrschen. Zudem ist beidieser Art der Abgasrückführung am einstufigen Abgasturbolader der große Enthalpieverlust des rückgeführten Abgases von Nachteil, welches ohne Ausnutzung seiner Arbeitsfähigkeit an der Abgasturbine vorbeigeführt wird.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, die Abgasrückführung so weiterzuentwickeln, daß sie nahezu im gesamten Betriebsbereich mit dem Ziel einer Absenkung der Stickoxidemission angewandt werden kann und dabei gleichzeitig eine geringe thermische und mechanische Belastung der Turbomaschinen bei möglichst unverändertem Gesamtwirkungsgrad gewährleistet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1.

Durch die Entnahme des Abgases erst nach der Hochdruckturbine wird die im Abgas steckende Enthalpie besser ausgenutzt. Zum Antrieb des Hochdruckverdichters steht somit mehr Energie zur Verfügung, so daß ein nahezu unverändert hoher Ladedruck erzielt wird. Dieser Effekt wird dadurch noch verstärkt, daß die durch die Entnahme des Rückföhrgases hervorgerufene Absenkung des Druckniveaus zwischen Hoch- und Niederdruckturbine das Gefälle am Hochdruckteil zusätzlich vergrößert. Die aufgrund der Abgasrückführung sinkende Leistung der Niederdruckturbine wird daher zu einem beträchtlichen Teil durch eine höhere Leistung der Hochdruckturbine kompensiert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Abgasrückführung kann dem Patentanspruch 2 entnommen werden.

Die Kühlung des rückgeführten Abgases in einem besonderen Abgaskühler verringert die für die Aufladung des Abgas- Luftgemisches erforderliche Verdichtungsarbeit erheblich und schützt den Verdichter vor thermischer Überlastung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist an Hand einer Zeichnung dargestellt.

Das Abgas einer Brennkraftmaschine 1 gelangt von einer Abgassammelleitung 2 zunächst zu einer ersten

Hochdruckturbine 3 eines ersten Abgasturboladers 4. Nach dem Verlassen der Hochdruckturbine 3 wird das Abgas über eine Verbindungsleitung 5 einer Niederdruckturbine 6 eines zweiten Abgasturboladers 7 zugeführt.

Erfindungsgemäß zweigt von der Verbindungsleitung 5 eine Bypaßleitung 8 ab, über welche eine Teilmenge des Abgases dem Eintritt eines Niederdruckverdichters 9 des zweiten Abgasturboladers 7 zugeführt werden kann.

Die dem Eintritt des Niederdruckverdichters 9 zugeführte Teilmenge des Abgases kann durch ein Regelventil 10 in der Bypaßleitung 8 geregelt werden. Zur Rückkühlung des rückgeführten Abgases ist ein Abgaskühler 11 vorgesehen, welcher mit dem Regelventil 10 in Reihe geschaltet ist. Die vom Regelventil 10 gesteuerte Abgasmenge wird dem Eintritt des Niederdruckverdichters 9 des zweiten Turboladers 7 zugeführt und zusammen mit der Luft vorverdichtet. Die vorverdichtete Luft bzw. das Abgas/ Luftgemisch durchläuft nun einen ersten Ladeluftkühler 12 und wird anschließend in einem Hochdruckverdichter 13 des ersten Turboladers 4 weiterverdichtet. Die Luft bzw. das Abgas- /Luftgemisch wird in einem zweiten Ladeluftkühler 14 nochmals gekühlt, ehe es, nunmehr auf Ladedruckniveau, über die Ladeluftleitung 15 der Brennkraftmaschine 1 zugeführt wird.

Der wesentliche Vorteil der erfindungsgerhäßen Abgasrückführung ist darin zu sehen, daß das Abgas hoher Enthalpie zunächst in der Hochdruckturbine 3 entspannt wird und dabei einen großen Teil seiner Energie abgibt, welche dem Hochdruckverdichter 13 zugute kommt. Zusätzliche Vorteile stellen sich dann ein, wenn das System eine zweiflutige Anordnung des Abgasstranges in Verbindung mit einer zweiflutig ausgebildeten Hochdruckturbine 3 aufweist, indem die damit einhergehenden Nachteile bei der Abgasentnahme aus einem Abgasstrang vermieden werden. Dasselbe gilt für die Abgasentnahme aus beiden Strängen, weil sie nicht länger getrennt wären und sich gegenseitig negativ beeinflussen würden. Aus beidem ergibt sich durch die Entnahme des Rückföhrgases nach der Hochdruckturbine 3 eine höhere Effizienz derselben und damit ein niedrigerer Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine. Ein weiterer positiver Aspekt ist darin zu sehen, daß bei der Auslegung der Hochdruckturbine 3 auf evtl. Beeinflussung durch die Verringerung des Massenstroms durch Abgasrückführung keine Rücksicht genommen zu werden braucht, weil die Hochdruckturbine 3 immer mit dem gesamten Abgasstrom beaufschlagt ist. Darüber hinaus hat sich die Temperatur des Abgases nach Austritt aus Turbine 3 durch Expansion beträchtlich erniedrigt, bevor es über die Bypaßleitung 8 rückgeführt wird. Dies entlastet den Abgaskühler 11 thermisch und verringert die erforderliche Kühlleistung.

Die erfindungsgemäße Abgasrückführung verhilft der Brennkraftmaschine nahezu im gesamten Betriebsbereich zu niedrigen Stickoxidemissionen, ohne den Kraftstoffverbrauch nennenswert anzuheben.

**Patentansprüche**

1. Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung, bei der eine Teilmenge des Abgases vor dem Eintritt in eine Abgasturbine über eine Bypaßleitung entnommen und einem Eintritt eines der Abgasturbine zugehörigen Verdichters zugeführt wird, wobei die entnommene Teilmenge des Abgases über ein in die Bypaßleitung eingebautes Regelventil steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (8) das Abgas zwischen einer Hoch- und einer Niederdruckturbine (3, 6) entnimmt und es dem Eintritt eines der Niederdruckturbine (6) zugehörigen Niederdruckverdichters (9) zuführt.
2. Abgasrückführung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (8) noch einen zum Regelventil (10) in Reihe geschalteten Abgaskühler (11) ausweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

